Wat doet het RAM in je pc?

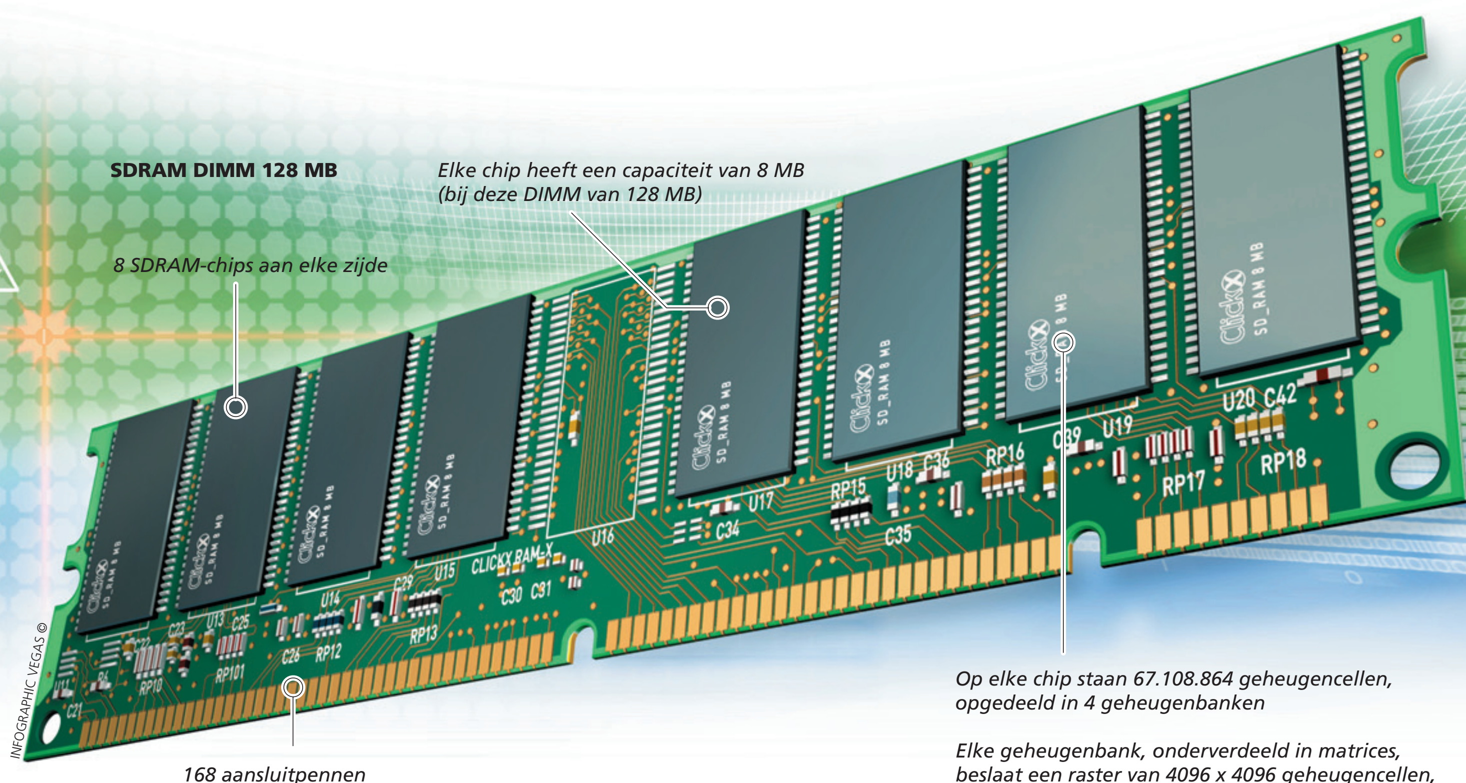
Niets vergeten?

In je pc zit RAM, in correct Nederlands ook wel eens het werkgeheugen genoemd. Deze term kom je vaak tegen als je op zoek bent naar een nieuwe pc, aangezien fabrikanten wel eens willen pronken met de hoeveelheid RAM-geheugen die hun pc's hebben. Maar is dat eigenlijk wel belangrijk? Wij vatten het RAM bij de horens en bekijken wat het doet en hoe het werkt…

RAM is een Engelstalige afkorting en staat voor 'Random Access Memory' of 'willekeurig toegankelijk geheugen'. Dat wil zeggen dat elke geheugencel rechtstreeks aangesproken kan worden. Huh? Wel, het tegenovergestelde van RAM-geheugen is SAM of Sequential Access Memory. Een voorbeeldje van SAM is een cassette. Om de laatste minuut van een cassette te kunnen beluisteren, moeten we eerst alle minuten die daarvóór komen afspelen, ofwel moeten we de cassette doorspoelen. Dat is bij RAM niet nodig. Daar kan je onmiddellijk die laatste minuut afspelen. RAM is volatiel geheugen, wat wil zeggen dat de inhoud ervan verloren gaat wanneer je de stroom afzet. Daar tegenover staat niet-volatiel geheugen. Je *BIOS* is daar een voorbeeld van.

RAM bestaat uit geheugencellen. Al die afzonderlijke geheugencellen worden geëtst op een silicumplaatje. Dat gebeurt niet willekeurig, de cellen worden netjes in rijen en kolommen geplaatst. Je ziet al dat je, door een rij en een kolom te kiezen, elke willekeurige geheugencel kan lezen of beschrijven. Vandaar de benaming 'willekeurig toegankelijk geheugen'. Het kolomadres of CAS (Column Address Strobe) en het rijadres of RAS (Row Address Strobe) vormen samen het adres van de geheugencel. Hoeveel adressen er zijn hangt uiteraard af van het aantal geheugencellen.

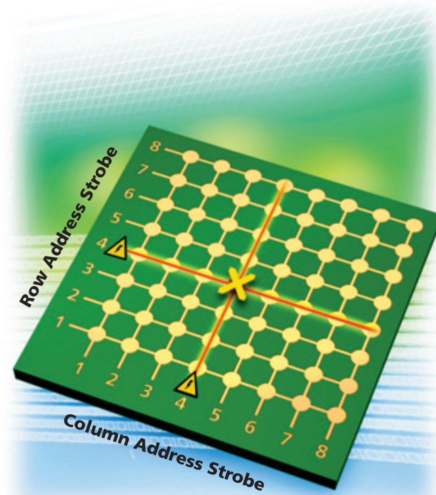
Al die cellen worden gemonteerd tot één chip. Een geheugenmodule bestaat uit een groep van een reeks gelijke chips, die op een printplaat gemonteerd worden. Zo'n chip is het kleine zwarte vierkantje dat je op je RAM-module kan zien. Een RAM-module van 1 GB heeft maar liefst zestien chips aan boord, elk goed voor 64 MB. Aan de zijkant van de module zijn aansluitingspunten te vinden. Het aantal aansluitpennen hangt af van het soort RAM. Wanneer je een RAM-module in je pc vastklikt, gebeurt dat via die aansluitpennen. De eerste modules hadden enkel aan de voor-



zijde contactpunten. Dit werd SIMM (Single Inline Memory Module) genoemd. De eerste SIMM's hadden dertig contactpunten. De meest gebruikte verpakking van tegenwoordig heet *DIMM* (Dual Inline Memory Module). Die heeft zowel vooraan als achteraan een rij van contactpunten. Waar is dat goed voor, meer contactpunten? Heel eenvoudig, meer aansluitpennen betekent dat meer geheugencellen tegelijk ingelezen, of geschreven kunnen worden. Op drie baanvakken kunnen ook meer auto's tegelijk passeren dan op slechts één. Dit is gewoon het principe van parallelle gegevensoverdracht. Daar waar een SIMM met dertig contactpunten 8 bits ineens kan lezen of schrijven, wordt dit bij een DIMM (168 aansluitpennen) al 64 bits. Dat kwam goed uit, want de Pentium-processoren maken gebruik van een 64-bits databus. Dat wil zeggen dat 64 bits tegelijk van het geheugen gelezen kunnen worden.

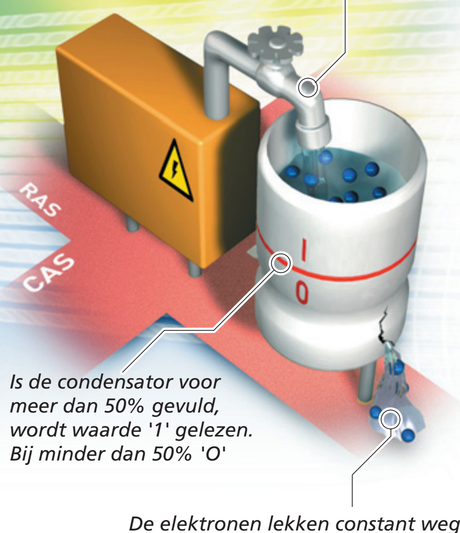
Dynamisch RAM

Bij **DRAM** bestaat elke geheugencel uit één transistor en één condensator. De condensator houdt elektrische lading vast. Je kan je die condensator best voorstellen als een emmer. Wanneer die emmer voor meer dan de helft gevuld is met elektronen, heeft de geheugencel als waarde één. Is de emmer niet halfvol, dan wordt de waarde 0 gelezen. Voor het 'op-



RAM bestaat uit cellen in rijen en kolommen

laden' van de geheugencel zorgt de transistor. De elektrische lading lekt immers voortdurend weg uit de condensator. DRAM lijkt in dat opzicht meer op het (verouderd) menselijk geheugen: wat je erin schrijft, lekt langzaam maar zeker weg totdat het vergeten is. Om dat te voorkomen, moet DRAM heel regelmatig ververst worden. Dit voortdurende (dynamische) verversen van de geheugencellen leidt tot de naam Dynamic RAM of DRAM. Tijdens dat verversen (refreshing) kan er naar diezelfde geheugencel geen nieuwe informatie geschreven worden. Als gevolg daarvan is de toegangstijd tot DRAM relatief hoog. Hier hebben we het dan over enkele tientallen nanoseconden.



Lezen en schrijven

De vraag is nu: hoe wordt een bepaalde cel op één of nul gezet? Heel eenvoudig. Stel dat we cel X de bitwaarde één willen toekennen. De computer weet dat die cel zich op de kruising van de vierde rij en de vierde kolom bevindt. Alle transistoren van kolom vier worden geactiveerd. Hetzelfde gebeurt met de transistoren van de vierde rij. Enkel de cellen waar zowel de rij én de kolom geactiveerd werden, worden als één gemarkeerd. Onze cel krijgt dus de goede waarde. Bij het lezen wordt de hoeveelheid lading in de cel gemeten. Bedraagt die meer dan 50%, dan is het een één, anders is het een nul. Dit gebeurt in enkele luttele nanoseconden. Dat is dan ook een maatstaf waarmee we de snelheid van de geheugenchips aanduiden. Een chip die werkt aan 70 ns heeft 70 nanoseconden nodig om elke cel te lezen én te herladen. Elke geheugencel komt overeen met één bit en heeft een uniek adres dat bepaald wordt door de kruising van een rij en een kolom. Alleen kunnen we moeilijk al deze adreslijnen voor elke bit afzonderlijk naar buiten voeren, want dan zou onze geheugenmodule miljoenen en miljoenen aansluitpennen nodig hebben. Alle geheugencellen die verbonden zijn met eenzelfde rij of kolom worden gegroepeerd volgens een ingewikkelde matrixstructuur. Je kan deze structuur enigszins afleiden uit de benaming van de geheugenchip. Een SDRAM-chip beschreven als 32M x 64 heeft 32 miljoen geheugenlocaties, die elk een breedte van 64 bits hebben. Dat wil dus zeggen dat deze chip een geheugencapaciteit van 2.048 Mbit heeft. Dat komt overeen met 256 MB.

Sneller, maar duurder

Tegenover DRAM staat statische RAM of **SRAM**. SRAM is veel sneller, maar ook veel duurder. SRAM wordt voornamelijk gebruikt als Level2-cachegeheugen. Dat is supersnel geheugen dat tussen de *processor* in je pc en het gewone DRAM-werkgeheugen in zit en als buffer of *cache* fungeert. Level 1-cache bestaat ook: die zit in de processorbehuizing zelf ingebakken en is nóg sneller (en duurder). Bij statische RAM bestaat iedere geheugencel uit een zogenaamde 'flip-flop'. Dat is een bijzondere schakeling met vier tot zes transistoren die er samen voor zorgen dat je die schakeling (flip-flop) op een bepaalde bitwaarde kan zetten. Die bitwaarde blijft behouden tot je een andere waarde kiest. Vandaar ook de

VAKTAAL

BIOS: Staat voor Basic Input/Output System. Voor een pc is dit de koppelingssoftware tussen de hardware en het besturingssysteem. Het is een programmaatje dat ingebakken zit in de geheugenchips en de communicatie tussen de verschillende onderdelen van de computer verzorgt.

Cache-geheugen: Het geheugen dat een computer reserveert om recent gebruikte gegevens beschikbaar te houden voor een volgende soortgelijke opdracht. De cache (Frans voor geheime opslagplaats) loopt als het ware vooruit op de vraag naar gegevens.

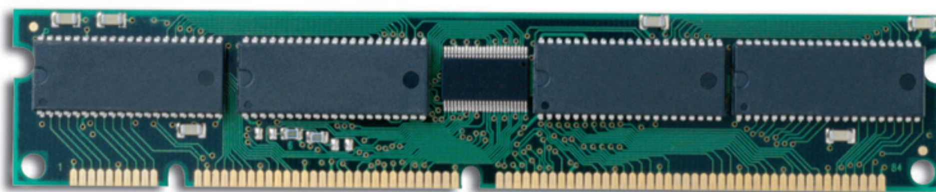
DIMM: Een strip waarop meerdere geheugenchips zitten. Je stopt ze in een speciale sleuf op het moederbord om zo het RAM-geheugen van de computer uit te breiden. Een DIMM (Dual in-line Memory Module) is veel sneller dan een SIMM en wordt daarom toegepast in zware Pentium-computers.

Processor: De eigenlijke motor van je computer. Hij verricht het gros van de bewerkingen die een pc moet doen om allerlei zaken tot een goed einde te brengen. Er zijn verschillende merken (Intel en AMD) en soorten.

benaming 'statisch'. Vanwege het hogere aantal transistoren en de bijbehorende bedrading is dit type geheugen heel duur om te maken. Elke geheugencel heeft ook minstens vier keer meer plaats nodig dan bij DRAM, je kan dus vier keer minder geheugen kwijt op dezelfde siliciumplaatjes. De snelheid van SRAM is echter véél hoger dan bij DRAM. Zoals we reeds vertelden wordt SRAM voornamelijk voor cache-geheugen gebruikt.

Synchroon én dynamisch

In de loop der jaren is de industrie met verschillende technologieën op de proppen gekomen om de toegangstijd van DRAM's te verbeteren. En dat is wel degelijk flink verbeterd. De meest gebruikte technologie van tegenwoordig heet **SDRAM** en dat staat voor 'Synchronous Dynamic Random Access Memory'. In feite slaat dat 'synchroon' niet op het geheugen zelf, maar op het feit dat het synchroon werkt met de processorklok. Let wel: dat wil niet zeggen dat het even snel werkt als de processor! De snelheid van SDRAM wordt dan ook niet meer in nanosecondes opgegeven, maar in MHz. Zo kan je makkelijker zien met welke werksnelheid van de computer je deze geheugens kan combineren. Zo kon je een tijdje terug PC 133 SDRAM's kopen: dat betekende dat ze bestemd waren voor systemen met een busfrequentie van 133 MHz. Dat is de frequentie waarop de microprocessor met de geheugencontroller babbelt, en de geheugencontroller is dan weer de link tussen je RAM en de rest van je systeem.


Zo ziet RAM eruit...

Daarna komt **DDR SDRAM**. Dat is in werking gelijkaardig aan het SDRAM, maar verdubbelt zijn bandbreedte door per klokcyclus twee bewerkingen uit te voeren in plaats van één. DDR-geheugen (Dual Data Rate) maakt gebruik van 184-pins connectoren. Deze modules krijgen overigens een extra snelheidsaanduiding. Naast het aantal MHz wordt nu ook de maximale bandbreedte vermeld. Die kan je herkennen aan de notatie PC. Een RAM-module met PC2100 heeft dus een bandbreedte van 2.100 Mb/s. Wie graag geheugenvretende toepassingen draait, kan zich vandaag overigens al een module van maar liefst 4 GB (!) aanschaffen. Die kost je dan wel zo'n € 3.900. Er is ook nog **RDRAM** (Rambus DRAM), dat volgens een heel andere technologie werkt. Data wordt niet – zoals bij DDR RAM – over een parallelle 64-bits, maar over een seriële 16-bits bus getransfereerd. Dat is minder snel, maar RDRAM slaagt er wel in de gegevens veel sneller door te sturen. Daar waar het snelste soort DDR RAM 'slechts' 333 MHz haalt, tikt RDRAM aan 1200 MHz. Meer technische informatie kan je terugvinden op de site van Rambus zelf [**www.rambus.com**]. Wil je nu je pc uitbreiden, let dan op dat je zeker de goede soort RAM koopt. Ook je moederbord heeft zijn beperkingen. Als je moederbord slechts RAM-modules tot 256 MB ondersteunt, heeft het weinig zin een module van 512 MB te kopen. Op de site van Kingston vind je alvast heel wat informatie over het installeren van RAM [**www.kingston.com/tools/umg/default.asp**].

— Johan Zwiekhorst / Benjamin Carlier —